

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 1)

(11) 特許番号

第2911117号

(45) 発行日 平成11年(1999) 6月23日

(24) 登録日 平成11年(1999) 4月9日

(51) Int.Cl.⁹ 識別記号
 H 0 4 B 1/707
 1/10
 7/08
 7/26

F I
 H 0 4 J 13/00 D
 H 0 4 B 1/10 L
 7/08 D
 7/26 C

請求項の数 5 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平10-41005

(22) 出願日 平成10年(1998) 2月9日

審査請求日 平成10年(1998) 2月9日

(73) 特許権者 395022546

株式会社ワイ・アール・ピー移動通信基
 盤技術研究所
 神奈川県横須賀市光の丘3番4号

(73) 特許権者 000006013

三菱電機株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 須永 輝己

神奈川県横須賀市光の丘3番4号 株式
 会社ワイ・アール・ピー移動通信基盤技
 術研究所内

(74) 復代理人 弁理士 武山 吉孝 (外2名)

審査官 石井 研一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 RAKE受信機

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 直接拡散されたスペクトル拡散受信信号を逆拡散しRAKE合成を行うRAKE受信機において、

伝搬路推定部、信号生成部、第1の乗算器、レベル測定部、パス選択制御部、およびRAKE合成部を有し、前記信号生成部は、前記伝搬路推定部の出力に基づいて、逆拡散された前記スペクトル拡散受信信号を重み付けおよび位相同相化するための重み付けおよび位相同相化信号を生成するものであり、

前記第1の乗算器は、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号と、前記重み付けおよび位相同相化信号とを乗積するものであり、

前記レベル測定部は、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号のレベルを測定するものであり、

2

前記パス選択制御部は、前記レベル測定部の出力を入力し前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号のレベル分布に基づいて、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号中に含まれる雑音のレベル分布を推定することにより、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号中に含まれる先行波および遅延波と前記雑音とを識別するためのしきい値を求め、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号のレベルが前記しきい値を超えたときに、前記第1の乗算器の出力を選択的に前記RAKE合成部に出力するものであることを特徴とするRAKE受信機。

10

【請求項2】 前記パス選択制御部は、第2の乗算器を有し、

該第2の乗算器は、前記第1の乗算器の出力を一方の入力とし、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号のレベルが前記しきい値を超えたときに、前記第1の乗算器

3

の出力を通すように制御されるものであることを特徴とする請求項1に記載のRAKE受信機。

【請求項3】 直接拡散されたスペクトル拡散受信信号を逆拡散しRAKE合成を行うRAKE受信機において、

伝搬路推定部、信号生成部、レベル測定部、パス選択制御部、およびRAKE合成部を有し、

前記信号生成部は、前記伝搬路推定部の出力に基づいて、逆拡散された前記スペクトル拡散受信信号を重み付けおよび位相同相化するための重み付けおよび位相同相化信号を生成するものであり、

前記レベル測定部は、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号のレベルを測定するものであり、

前記パス選択制御部は、第1、第2の乗算器を有するとともに、前記レベル測定部の出力を入力し前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号のレベル分布に基づいて、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号中に含まれる雑音のレベル分布を推定することにより、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号中に含まれる先行波および遅延波と前記雑音とを識別するためのしきい値を求めるものであり、

前記第1の乗算器は、前記重み付けおよび位相同相化信号を一方の入力とし、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号のレベルが前記しきい値を超えたときに、前記重み付けおよび位相同相化信号を通すように制御され、前記第2の乗算器は、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号と、前記第1の乗算器の出力とを乗算して、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号を選択的に前記RAKE合成部に出力するものである、
ことを特徴とするRAKE受信機。

【請求項4】 直接拡散されたスペクトル拡散受信信号を逆拡散しRAKE合成を行うRAKE受信機において、

伝搬路推定部、信号生成部、レベル測定部、パス選択制御部、およびRAKE合成部を有し、

前記信号生成部は、前記伝搬路推定部の出力に基づいて、逆拡散された前記スペクトル拡散受信信号を重み付けおよび位相同相化するための重み付けおよび位相同相化信号を生成するものであり、

前記レベル測定部は、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号のレベルを測定するものであり、

前記パス選択制御部は、切り替え器および乗算器を有するとともに、前記レベル測定部の出力を入力し前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号のレベル分布に基づいて、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号中に含まれる雑音のレベル分布を推定することにより、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号中に含まれる先行波および遅延波と前記雑音とを識別するためのしきい値を求めるものであり、

前記切り替え器は、前記重み付けおよび位相同相化信号

4

を入力し、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号のレベルが前記しきい値を超えたときに、前記重み付けおよび位相同相化信号を通すように制御され、

前記乗算器は、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号と、前記切り替え器の出力とを乗算して、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号を選択的に前記RAKE合成部に出力するものである、
ことを特徴とするRAKE受信機。

【請求項5】 前記パス選択制御部は、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号の平均レベルおよび広がりに基づいて、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号に含まれる雑音のレベル分布を推定することにより、前記しきい値を求めるものであることを特徴とする請求項1ないし4のいずれか1項に記載のRAKE受信機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はスペクトル拡散通信システムに用いるRAKE受信機に関するものである。

【0002】

【従来の技術】DS-CDMA方式に用いられスペクトル拡散通信システムにおいては、受信側でRAKE受信を行うことにより、熱雑音に対する信号電力比を向上させることができる。RAKE受信とは、マルチパス伝搬路において、遅延時間が異なり独立なフェージング変動を受けた先行波および遅延波が重畳された受信信号から、逆拡散処理により先行波、遅延波を分離し、その先行波、遅延波の遅延時間を揃え、かつ、位相の同相化および、受信信号レベルにおける重み付けを行いRAKE合成（最大比合成）することで、ダイバーシチ効果を得るものである。広帯域DS-CDMAにおいては、チップレートを高くすることができるため、受信信号が多くのマルチパスに分離されることからRAKE受信の効果大きい。

【0003】図6は、2段階しきい値マルチパス選択法を用いたRAKE受信機の構成図である。図中、1はマッチドフィルタ、2は伝搬路変動推定部、3はレベル測定部、4は複素共役部、5は乗算器、7はRAKE合成部、101は2段階マルチパス選択部、102はしきい値設定部である。2段階しきい値マルチパス選択法は、福本暁他2名、「電子情報通信学会技術研究報告RCS97-119」（1997-10）p. 43-48等で知られたものである。RAKE受信においては、受信信号を逆拡散した相関出力から、雑音成分とマルチパス成分を分離し、マルチパス成分のみをダイバーシチ合成することが必要となる。図示の構成では、2段階にしきい値を設定することにより、ダイバーシチ合成を行う対象とするマルチパスの入力信号の選択を行っている。

【0004】図示の例は、スペクトル拡散された受信信号をマッチドフィルタ1において逆拡散して相関波形（遅延プロファイル）を出力し、RAKE合成部7にお

5

いてRAKE受信を行う場合の構成例である。なお、受信信号は、送信データがQPSK変調され、さらにQPSKで拡散変調されたものである。

【0005】マッチドフィルタ1は、受信信号の拡散符号に整合した回路となっている。マッチドフィルタ1の相関出力は、伝搬路変動推定部2、レベル測定部3、乗算器5に出力される。伝搬路変動推定部2においては、パイロットシンボルを用いたPSA (Pilot symbol averaging coherent detection) 方式のチャネル評価によって伝搬路変動を推定し、RAKE合成時に必要となる位相同相化を行うための各マルチパスの位相を求める。

【0006】レベル測定部3は、相関出力から各マルチパスの受信信号レベルを測定する。複素共役部4および乗算器5は、上述した位相同相化のために、伝搬路変動推定部2による推定結果の複素共役をとって、これを相関出力に乗算する。2段階マルチパス選択部101は、乗算器52の出力を入力して2段階のしきい値を用いてマルチパス選択を行い、RAKE合成部7に出力する。しきい値設定部102は、レベル測定部3の出力を入力してこの2段階のしきい値を設定するブロックである。

【0007】図7は、受信信号のフレーム構成図である。1フレームは複数のスロットからなり、1スロットには、先頭に数個のパイロットシンボルがあり、これにデータシンボルが続くものである。ここで、パイロットシンボルとは、伝搬路の状態の測定をするために用いるシンボルであり、送信側と受信側との間で既知のデータからなる。データシンボルは、送信情報を伝送するためのシンボルである。

【0008】図7を参照して、図6に示した受信部の動作を説明する。図7に示されたフレーム構成の受信信号が図6のマッチドフィルタ1に入力されてスペクトルの逆拡散が行われる。この逆拡散は、マッチドフィルタ1に予め設定された参照系列と受信信号の相関を取ることによって相当する。参照系列は受信信号の拡散符号に整合した系列である。マッチドフィルタ1が出力する相関出力中には、受信信号の伝搬路の各マルチパスが時間分離された状態で出力されている。なお、この時の各マルチパスは、伝搬路の変動により振幅と位相がマルチパス毎に変動したものとなるが、相関波形には、この振幅、位相変動が含まれた形で出力される。

【0009】伝搬路変動推定部2においては、相関出力から伝搬路の各マルチパスを分離し、受信信号中の図7に示されるパイロットシンボルを検出し、このパイロットシンボルの情報（振幅、位相等）が受信側に既知である事を利用し、各マルチパスにおけるフェージング変動の振幅、位相変動量を測定し、その測定結果によりデータシンボルにおける各マルチパスのフェージング変動を推定する。

【0010】複素共役部4においては、伝搬路変動推定部2で得られた各マルチパスのフェージング変動の複素

6

共役を取り、その結果を乗算器5において、マッチドフィルタ1の出力である相関出力に乘積する。マッチドフィルタ1の相関出力においては、スペクトル拡散通信の性質によりマルチパス伝搬路による先行波、遅延波などの各マルチパスが遅延時間差により分離され出力されているが、この各マルチパスはそれぞれ独立なフェージング変動により振幅、位相が変動している。この各マルチパスに伝搬路変動推定部2で推定した各マルチパスの振幅、位相変動の推定値の複素共役を乗積することにより位相変動および振幅変動を取り除くことができる。位相変動を取り除くことは、各マルチパスの位相変動を同相化することに相当する。また、この振幅変動の推定値の乗積動作は、RAKE合成時の各マルチパスの重み付けを行うことに相当する。すなわち、複素共役部4は、伝搬路変動推定部2の出力に基づいて、RAKE合成時に、マッチドフィルタ1の相関出力を重み付けおよび位相同相化するための重み付けおよび位相同相化信号を生成する信号生成部である。

【0011】レベル測定部3においては、マッチドフィルタ1の出力から、各マルチパスの受信信号レベルを測定する。2段階マルチパス選択部101では、この各マルチパスの受信信号レベルの測定結果と、しきい値設定部102に設定されたしきい値を用いて、乗算器5の出力からRAKE合成に用いるマルチパスを選択する。次に、このマルチパス選択の詳細を図8を参照して説明する。

【0012】図8は、しきい値設定部および2段階マルチパス選択部の動作を説明するための受信信号レベルを示す図である。図中、縦軸は受信信号レベルを示し、横軸は先行波、遅延波の各マルチパスの遅延時間を示す時間軸である。また、a～pは、レベル測定部3から出力される各マルチパスの受信信号レベルを平均化しサンプリングしたものであるが、以下単にサンプルa～pという。各サンプルa～pのレベルは、マルチパスまたは雑音のレベルを示している。ここで、サンプルa、サンプルb、サンプルd、サンプルkを、マルチパスによる先行波、遅延波の受信信号レベルを示すサンプルとし、他のサンプルを雑音成分のサンプル値とする。

【0013】通信が成立するためには、マルチパスによる先行波、遅延波は、雑音のレベルよりも大きい必要がある。そこで、2段階マルチパス選択部101およびしきい値設定部102においては、以下の手順でパス選択を行う。図8のサンプルa～pにおいて、サンプルの個数をLとした時、このL個のサンプル中で最小受信電力 S_{min} および最大受信電力 S_{max} を検出する。次に、 S_{min} に対し、雑音成分のみのサンプルを合成しないために、しきい値 $\Delta noise$ を設定する($\Delta noise \geq 0$)。

【0014】一方、 S_{max} に対し、RAKE合成に有効な信号を有するサンプルを選択するために、しきい値 Δ

7

RAKEを設定する($\Delta RAKE \geq 0$)。サンプル $a \sim p$ のうち、レベル $S(1)$ が以下の条件を満たすサンプルのみを選択する。

$S(1) \geq \max \{S_{\min} + \Delta noise, S_{\max} - \Delta RAKE\}$

ここで、 $\max \{A, B\}$ の記号は、 A, B で大きい方の値を取ることを意味する。

【0015】以上の結果、 $\Delta RAKE$ 、 $\Delta noise$ の設定が正しくなされていたとすると、サンプル $a \sim p$ からマルチパスによる先行波、遅延波の受信信号レベルを示すサンプルのみを選択することができ、雑音によるサンプルを選択しないことが可能となる。図12の例においては、

$(S_{\min} + \Delta noise) < (S_{\max} - \Delta RAKE)$

であるので、 $(S_{\max} - \Delta RAKE)$ よりもレベルの大きいサンプルが選択されることになり、マルチパスの受信信号レベルを示すサンプル a 、サンプル b 、サンプル d 、サンプル k が選択される。

【0016】2段階マルチパス選択部106では、上述した方法でマルチパスのサンプルの選択を行い、選択されたサンプルと同じタイミングの乗算器5の出力をRAKE合成部7へ出力する。RAKE合成部7においては、2段階マルチパス選択部101において選択されたマルチパスのサンプルのタイミングに相当する乗算器5の出力のみが入力され、その信号を合成することで、雑音のみの信号を除外し、RAKE合成に有効な信号のみで合成を行うことが可能となる。

【0017】しかし、実際の伝搬路においては、フェージングによるレベル変動の大きさや雑音レベルは伝搬路によって異なるものである。したがって、伝搬環境が変れば、これらレベル変動や雑音変動は大きく異なってくる。したがって、従来のRAKE受信部においては、上述したパラメータ $\Delta RAKE$ 、 $\Delta noise$ の両方を適切に選択しなかった場合では、次のような問題がある。

【0018】(1) $\Delta RAKE$ が最適値よりも小さい場合においては、マルチパスの受信信号レベルを示すサンプル $a \sim p$ のレベルの最小値よりも $S_{\max} - \Delta RAKE$ が大きくなるため、本来RAKE合成に使用できるサンプルの全てをRAKE合成に使用できなくなり特性が劣化する。

(2) $\Delta RAKE$ が最適値よりも大きく、 $\Delta noise$ が最適値よりも小さい場合においては、雑音のレベルのサンプルの値が $S_{\max} - \Delta RAKE$ よりも大きくなり、本来、RAKE合成に使用できない雑音成分まで合成することになり特性が劣化する。

(3) $\Delta noise$ が最適値よりも大きい場合、マルチパスの受信信号レベルを示すサンプル $a \sim p$ のレベルの最小値よりも $S_{\min} + \Delta noise$ が大きくなり、本来RAKE合成に使用できるサンプルの全てをRAKE合成に使用できなくなり特性が劣化する。

8

等の問題点が生じ、雑音のみの信号を除外し、RAKE合成に有効な信号のみで合成を行うことが困難となる。

【0019】

【発明が解決しようとする課題】そこで、本発明は、上述した問題点を解決するためになされたもので、RAKE合成に有効な信号のみを選択してRAKE合成を行うことができるとともに、選択のためのパラメータの設定が容易であるRAKE受信機を提供することを目的とするものである。

【0020】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明においては、直接拡散されたスペクトル拡散受信信号を逆拡散しRAKE合成を行うRAKE受信機において、伝搬路推定部、信号生成部、第1の乗算器、レベル測定部、パス選択制御部、およびRAKE合成部を有し、前記信号生成部は、前記伝搬路推定部の出力に基づいて、逆拡散された前記スペクトル拡散受信信号を重み付けおよび位相同相化するための重み付けおよび位相同相化信号を生成するものであり、前記第1の乗算器は、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号と、前記重み付けおよび位相同相化信号とを乗積するものであり、前記レベル測定部は、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号のレベルを測定するものであり、前記パス選択制御部は、前記レベル測定部の出力を入力し前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号のレベル分布に基づいて、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号中に含まれる雑音のレベル分布を推定することにより、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号中に含まれる先行波および遅延波と前記雑音とを識別するためのしきい値を求め、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号のレベルが前記しきい値を超えたときに、前記第1の乗算器の出力を選択的に前記RAKE合成部に出力するものである。したがって、直接拡散されたスペクトル拡散受信信号を重み付けおよび位相同相化するとともに、RAKE合成に有効な信号のみを選択してRAKE合成を行うことができる。逆拡散されたスペクトル拡散受信信号のレベル分布は雑音のレベル分布を表すため、伝搬路によって大きく変動する雑音のレベル分布に最適なしきい値を容易に求めることができる。パラメータの設定は、雑音の分布からしきい値を求める式のみであり、パラメータの設定の簡略化が可能となる。

【0021】請求項2に記載の発明においては、請求項1に記載のRAKE受信機において、前記パス選択制御部は、第2の乗算器を有し、該第2の乗算器は、前記第1の乗算器の出力を一方の入力とし、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号のレベルが前記しきい値を超えたときに、前記第1の乗算器の出力を通すように制御されるものである。したがって、第2の乗算器を用いて逆拡散されたスペクトル拡散受信信号の選択制御を容易に行うことができる。

【0022】請求項3に記載の発明においては、直接拡散されたスペクトル拡散受信信号を逆拡散しRAKE合成を行うRAKE受信機において、伝搬路推定部、信号生成部、レベル測定部、パス選択制御部、およびRAKE合成部を有し、前記信号生成部は、前記伝搬路推定部の出力に基づいて、逆拡散された前記スペクトル拡散受信信号を重み付けおよび位相同相化するための重み付けおよび位相同相化信号を生成するものであり、前記レベル測定部は、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号のレベルを測定するものであり、前記パス選択制御部
は、第1、第2の乗算器を有するとともに、前記レベル測定部の出力を入力し前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号のレベル分布に基づいて、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号中に含まれる雑音のレベル分布を推定することにより、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号中に含まれる先行波および遅延波と前記雑音とを識別するためのしきい値を求めるものであり、前記第1の乗算器は、前記重み付けおよび位相同相化信号を一方の入力とし、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号のレベルが前記しきい値を超えたときに、前記重み付けおよび位相同相化信号を通すように制御され、前記第2の乗算器は、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号と、前記第1の乗算器の出力とを乗積して、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号を選択的に前記RAKE合成部に出力するものである。したがって、請求項1に記載の発明と同様の作用を奏するとともに、第2の乗算器を用いて逆拡散されたスペクトル拡散受信信号の選択制御を容易に行うことができる。

【0023】請求項4に記載の発明においては、直接拡散されたスペクトル拡散受信信号を逆拡散しRAKE合成を行うRAKE受信機において、伝搬路推定部、信号生成部、レベル測定部、パス選択制御部、およびRAKE合成部を有し、前記信号生成部は、前記伝搬路推定部の出力に基づいて、逆拡散された前記スペクトル拡散受信信号を重み付けおよび位相同相化するための重み付けおよび位相同相化信号を生成するものであり、前記レベル測定部は、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号のレベルを測定するものであり、前記パス選択制御部
は、切り替え器および乗算器を有するとともに、前記レベル測定部の出力を入力し前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号のレベル分布に基づいて、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号中に含まれる雑音のレベル分布を推定することにより、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号中に含まれる先行波および遅延波と前記雑音とを識別するためのしきい値を求めるものであり、前記切り替え器は、前記重み付けおよび位相同相化信号を入力し、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号のレベルが前記しきい値を超えたときに、前記重み付けおよび位相同相化信号を通すように制御され、前記乗算器は、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号と、前記

切り替え器の出力とを乗積して、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号を選択的に前記RAKE合成部に出力するものである。したがって、請求項1に記載の発明と同様の作用を奏するとともに、切り替え器を用いて逆拡散されたスペクトル拡散受信信号の選択制御を容易に行うことができる。

【0024】請求項5に記載の発明においては、請求項1ないし4のいずれか1項に記載のRAKE受信機において、前記パス選択制御部は、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号の平均レベルおよび広がりに基づいて、前記逆拡散されたスペクトル拡散受信信号に含まれる雑音のレベル分布を推定することにより、前記しきい値を求めるものである。したがって、雑音レベルの単なる増減に対応するだけではなく、雑音レベルの分布の広がりにも適応してしきい値を決定することができる。

【0025】

【発明の実施の形態】図1は、本発明のRAKE受信機の第1の実施の形態の構成図である。図2は、図1に示した、しきい値およびサンプル計数部、パス選択部の動作を説明するための受信信号レベル図である。図中、図6、図8と同様な部分には同じ符号を付して説明を省略する。6はパス選択部、8はしきい値およびサンプル計数部である。しきい値およびサンプル計数部8は、パス選択部で選択するパスを求めるためのものである。従来技術と比較して、図6の2段階マルチパス選択部101がパス選択部6に置き換わり、しきい値設定部102がしきい値およびサンプル計数部8に置き換わっている。なお、受信信号のフレーム構成は、図7に示されるものと同一である。

【0026】しきい値およびサンプル計数部8では、レベル測定部3で測定した各マルチパスのレベルから、RAKE合成を行うべきマルチパスを選択する。パス選択部6では、しきい値およびサンプル計数部8で選択したしきい値を満たすマルチパスのみを乗算器5からRAKE合成部7に出力し、RAKE合成部7ではパス選択部6の出力をRAKE合成することで、雑音のみの信号を除外し、RAKE合成に有効な信号のみで合成を行う。

【0027】図2を参照して、しきい値およびサンプル計数部8、パス選択部6の動作を説明する。レベル測定部3における各マルチパスの測定結果が示される。しきい値およびサンプル計数部8では、このレベル測定部3の出力に対してしきい値を可変させ、そのしきい値を超えるサンプルの個数を計測する。個数を計測する単位時間は、例えば、1拡散周期とする。図2において、サンプルa、サンプルb、サンプルd、サンプルkがマルチパスによる先行波、遅延波のサンプルであるとし、レベル測定部3の出力の1拡散周期におけるサンプルa～pの個数を16個とする。

【0028】ここで、しきい値を受信信号レベルの最大値 S_{max} で示される値とすると、このしきい値以上のサ

ンプルの個数は1個である。次に、しきい値の値を変化させ、 S_1 で示されるしきい値とすると、このしきい値以上のレベルを有するサンプルは、サンプルa, b, d, g, i, k, m, oであり、その個数は8個となる。同様に、しきい値が受信信号レベルの最小値 S_{\min} であるとする、このしきい値以上のレベルを有するサンプルの個数は、16個となり、全てのサンプルがしきい値以上のレベルを有することになる。

【0029】通常の場合、スペクトル拡散の拡散率は十分大きな値が用いられるため、1拡散周期のサンプル数に対して、マルチパスにおける先行波、遅延波の個数は十分に少ない。また、各マルチパスによる先行波、遅延波が全く受信されない場合を仮定すると、マッチドフィルタ1の出力は雑音成分のみとなり、レベル測定部3の出力としては、雑音のレベル測定結果が出力されることになる。また、各マルチパスによる先行波、遅延波が受信されている場合でも、サンプル数全体に対して、先行波、遅延波のサンプル数自体は十分少ないという性質から、測定結果を用いて雑音のレベル分布の形を推定することが可能になる。

【0030】逆拡散された全サンプルの受信レベルを調べれば、雑音のレベル分布をかなり正確に把握することができるが、処理量が多くなりすぎて実時間処理がむずかしくなる。そこで、雑音の分布特性が既知であれば、少ないサンプル数でも雑音分布状態を推定することが可能である。

【0031】例えば、図2に示すサンプルa～pの半数、8個がしきい値を超えた時のしきい値を S_1 とすると、これは、雑音成分レベルの中央値に相当する値となる。雑音（電圧レベル換算値）が仮に正規分布に従うとすると、中央値は雑音の平均レベルに相当する。また、正規分布では、その分散を σ とした場合、（平均値） $\pm 3\sigma$ の区間には、全サンプルの99%以上が含まれるという性質がある。この性質を利用し、全サンプルがしきい値を超えた時のしきい値 S_{\min} を（平均値） -3σ と仮定すれば、雑音の分散が推定できる。（平均値） $\pm 3\sigma$ に限らず、（平均値） $\pm 2\sigma$ 等になるサンプル数を用いてもよい。なお、全サンプルがしきい値を超えない時のしきい値 S_{\max} を（平均値） $+3\sigma$ として、雑音分布を推定することも可能であり、従来技術でも、 S_{\max} を考慮しているが、レベルが大きなサンプルは先行波または遅延波である場合が多いので、雑音分布を求めるには適切ではない。

【0032】以上のようにして、しきい値およびサンプル計数部8では、しきい値を変化させ、そのしきい値を超えるサンプル数の個数を計数することで、出現頻度を求め、雑音レベルの平均値と分散を推定することが可能となる。雑音レベルの平均値と分散が推定できれば、雑音成分の分布が推定される。したがって、この平均値と分散とから、マルチパスによる先行波および遅延波のみ

を選択してRAKE合成し、それら先行波、遅延波よりも受信信号レベルの小さい雑音成分をRAKE合成しないためのしきい値の設定が可能となる。このしきい値の設定例としては、図2の S_2 に示すような、（平均値） $+n\sigma$ （ n は任意の実数）などが考えられる。ここで、 n の値は、具体的なシステム設計における雑音の許容度によって決定される。しきい値の例として、予め雑音分布特性の全体形状を調査しておけば、適切なしきい値を決めることができる。

10 【0033】上述した説明では、（平均値）と分散 σ という2つのパラメータに基づいて、しきい値を決定していることと、このしきい値は、レベル測定部3の測定結果によって適応制御されることになるため、雑音レベルの単なる増減だけでなく、雑音レベルの分布の広がりにも適応してRAKE合成の候補のサンプルを選択することができる。上述した説明では、しきい値の決定についても、正規分布を仮定して説明したが、雑音の分布特性が例えばレーリ分布であるなどと、予めわかっているならば、同様に、平均値あるいは中心値と広がりを表すパラメータに基づいてしきい値を決定することができる。

20 【0034】しきい値およびサンプル計数部8では、このしきい値を超えたサンプルの情報をパス選択部6に出力する。パス選択部6では、今現在逆拡散された受信信号が、しきい値（合成部に送る信号レベルを決めるしきい値）を超えたサンプルであるとのタイミング情報を用いて、サンプルa, b, d, kのタイミングに相当する乗算器5の出力のみをRAKE合成部7へ通過させ、RAKE合成部7ではRAKE合成を行う。

30 【0035】図3は、本発明のRAKE受信機の第2の実施の形態の構成図である。図中、図6、1と同様な部分には同じ符号を付して説明を省略する。11はマルチパス選択用乗算器であり、図1のパス選択部6の一具体例である。しきい値およびサンプル計数部8は、しきい値を変化させ、レベル測定部3の出力であるサンプル値のレベルから、受信信号中の雑音の平均および分散を求め、最適なしきい値を設定する。この動作は図1に示した第1の実施の形態と同様である。この実施の形態では、さらに、しきい値を超えたサンプルを示す情報として、しきい値を超えたサンプルには「1」、しきい値を超えないサンプルには「0」とした係数を、マルチパス選択用乗算器11に出力する。このマルチパス選択用乗算器11では、重み付けおよび位相の同相化が行われた乗算器5の出力にこの係数を乗算する。RAKE合成部7ではこのマルチパス選択用乗算器11を合成することでRAKE合成を行う。

40 【0036】図4は、本発明のRAKE受信機の第3の実施の形態の構成図である。図中、図6、図1、図3と同様な部分には同じ符号を付して説明を省略する。マルチパス選択用乗算器11は、図3のマルチパス選択用乗算器11と同様な機能を、複素共役部4と乗算器5との

間に挿入して実現するものである。しきい値およびサンプル計数部8は、図3の第2の実施の形態の場合と同様に、しきい値の値を超えたサンプルを示す情報として、しきい値を超えたサンプルには「1」、しきい値を超えないサンプルには「0」とした合成係数を、マルチパス選択用乗算器11に出力する。マルチパス選択用乗算器11においては、伝搬路推定部2の出力の複素共役化部4の出力に対し、この1または0を乗積する。

【0037】その結果、マルチパス選択用乗算器11の出力は、伝搬路推定結果の複素共役信号であって、合成しきい値を超えたマルチパスの先行波、遅延波のタイミングのときのみ値を有し、それ以外のタイミングでは0となる信号である。このマルチパス選択用乗算器11の出力を乗算器5で、マッチドフィルタ1の出力である逆拡散波形信号に乘積することで、マルチパスの先行波、遅延波のタイミングのときのみ、重み付けと位相の同相化が同時に行われ、それ以外では、乗算器5の出力値を0とする。この乗算器5の出力をRAKE合成部7でRAKE合成することで、RAKE受信機を構成する。

【0038】図5は、本発明のRAKE受信機の第4の実施の形態の構成図である。図中、図6、図1と同様な部分には同じ符号を付して説明を省略する。12は切り替え器である。この実施の形態では、しきい値およびサンプル計数部8の出力が「1」の場合は複素共役部4の出力を選択し、「0」の場合は出力が0になるような切り替え器12を有し、この切り替え器12の出力を乗算器5によりマッチドフィルタ1の出力である逆拡散波形信号に乘積することで、マルチパスの先行波、遅延波のタイミングのときのみ、重み付けと位相の同相化が行われ、それ以外では、乗算器5の出力値を0とする。なお、しきい値およびサンプル計数部8の出力は、必ずしも「1」、「0」の値を取る必要はなく、他の値を用いて、切り替え器12の制御を行ってもよい。

【0039】上述した説明では、パイロットシンボルを用いたフェージング補償を適用したスペクトル拡散通信に関して説明したが、このようなフェージング補償を行わない場合においても、同様の効果を奏する。同期検波の場合には、位相の基準が必要なので位相を合わせる必要がある。しかし、遅延検波を用いる場合には必ずしも必要はない。また、キャリア再生系で位相合わせを行うようにすれば、パイロットシンボルを用いて位相を合わせをする必要はない。

【0040】

【発明の効果】上述した説明から明らかなように、本発明のRAKE受信機によれば、伝搬路によって大きく変動する雑音のレベル分布に応じてRAKE合成するパス

の選択を容易に行うことができるという効果がある。雑音成分を取り除いた逆拡散信号に対してRAKE合成を行うため、最適なRAKE受信が行われるという効果がある。パラメータの設定は、雑音の分布からしきい値を求める式のみであり、パラメータの設定の簡略化が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のRAKE受信機の第1の実施の形態の構成図である。

10 【図2】図1に示した、しきい値およびサンプル計数部、パス選択部の動作を説明するための受信信号レベル図である。

【図3】本発明のRAKE受信機の第2の実施の形態の構成図である。

【図4】本発明のRAKE受信機の第3の実施の形態の構成図である。

【図5】本発明のRAKE受信機の第4の実施の形態の構成図である。

20 【図6】2段階しきい値マルチパス選択法を用いたマッチドフィルタRAKE受信部の構成図である。

【図7】受信信号のフレーム構成図である。

【図8】図6に示した、しきい値設定部および2段階マルチパス選択部の動作を説明するための受信信号レベルを示す図である。

【符号の説明】

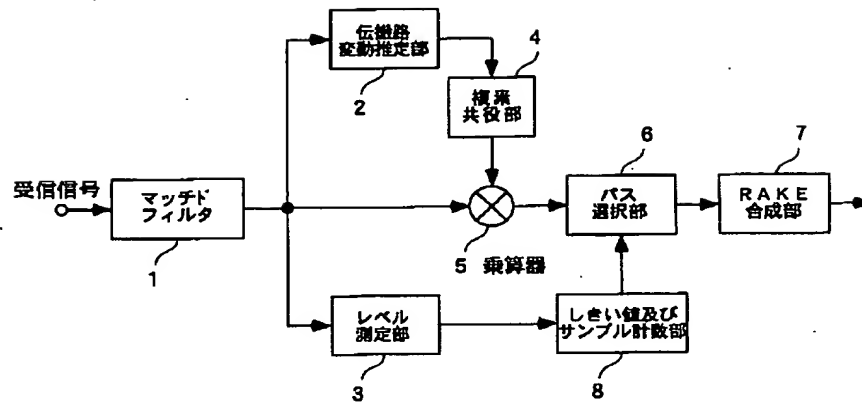
1 マッチドフィルタ、2 伝搬路変動推定部、3 レベル測定部、4 複素共役部、5 乗算器、6 パス選択部、7 RAKE合成部、8 しきい値およびサンプル計数部、11 マルチパス選択用乗算器、12 切り替え器

【要約】

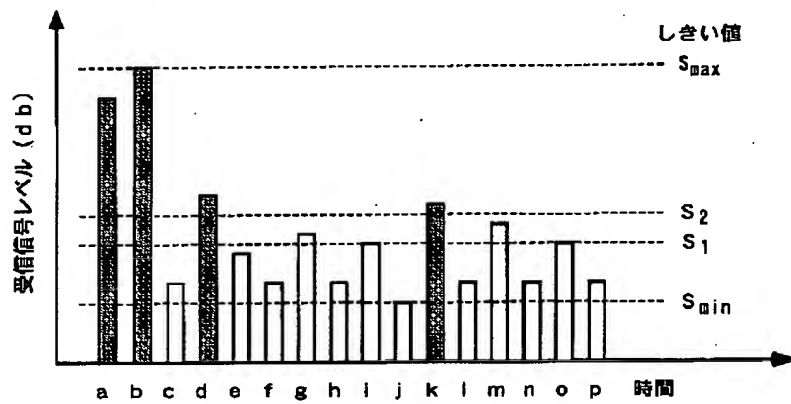
【課題】 有効な信号のみを選択してRAKE合成を行うことができ、選択のためのパラメータの設定が容易であるRAKE受信機を提供する。

【解決手段】 しきい値およびサンプル計数部8では、レベル測定部3で測定した各マルチパスのレベルから、RAKE合成を行うべきマルチパスを選択するためのしきい値を設定する。パス選択部6では、しきい値およびサンプル計数部8で選択したしきい値を満たすマルチパスのみを乗算器5の出力からRAKE合成部7に出力する。しきい値およびサンプル計数部8では、このレベル測定部3の出力に対してしきい値を変えさせ、そのしきい値を超えるサンプルの個数を計測し、雑音のレベル分布の形を推定する。先行波、遅延波よりも受信信号レベルの小さい雑音成分をRAKE合成しないためのしきい値の設定が可能となる。

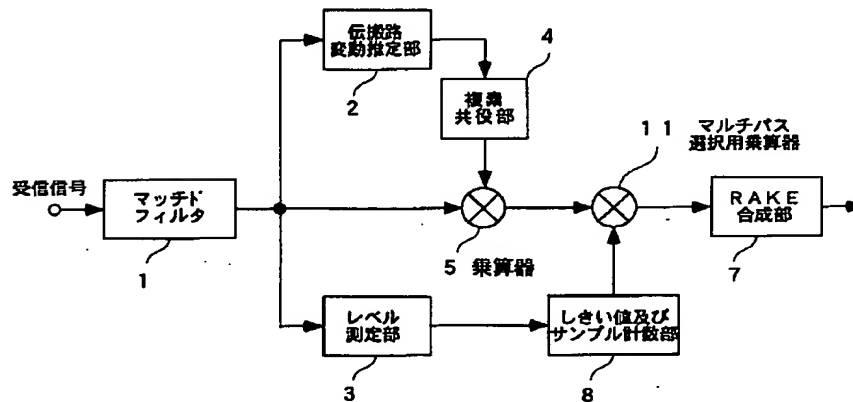
【図1】



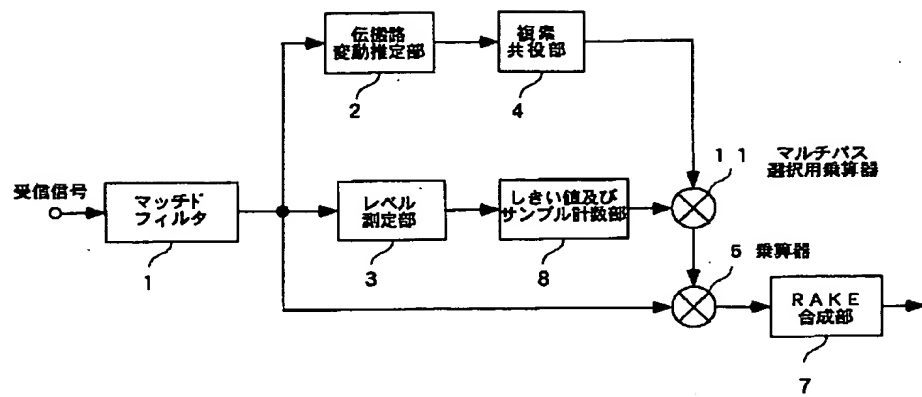
【図2】



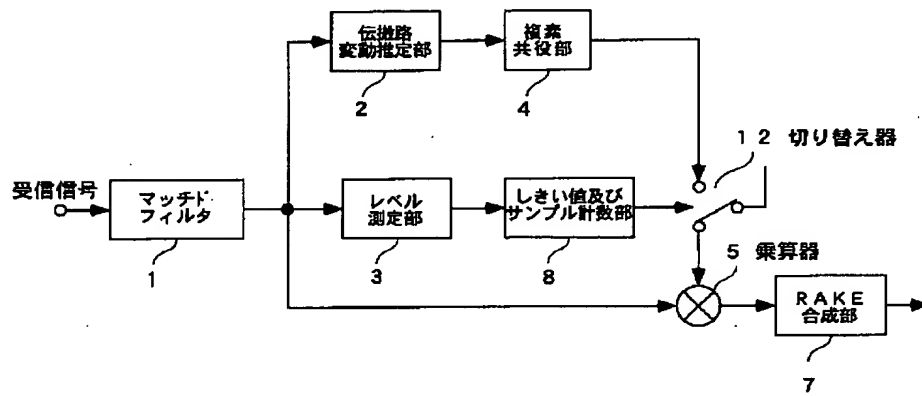
【図3】



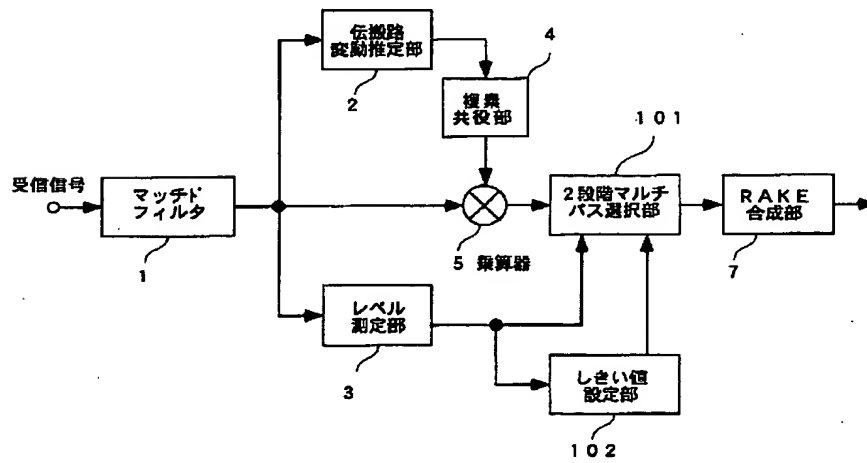
【図4】



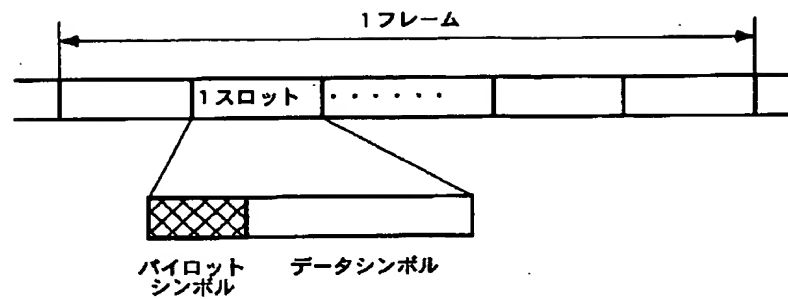
【図5】



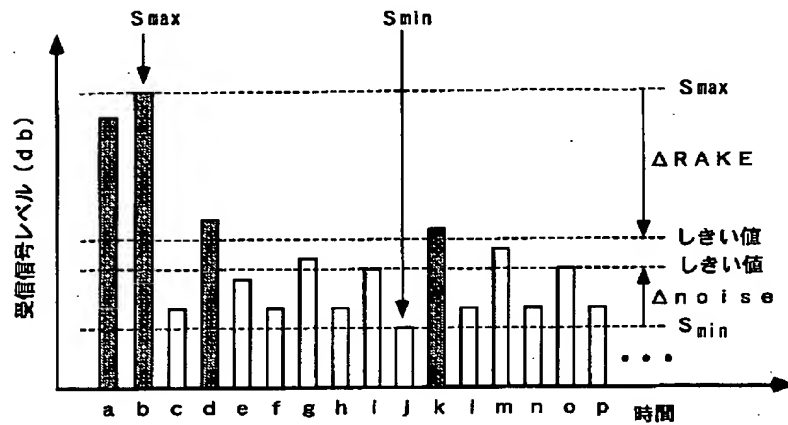
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(56) 参考文献 特開 平7-231278 (JP, A)
 特開 平8-181636 (JP, A)
 特開 平10-190522 (JP, A)
 特開 平10-22871 (JP, A)

(58) 調査した分野(Int.Cl.⁶, DB名)
 H04B 1/707
 H04B 1/10
 H04B 7/08
 H04B 7/26